

norme européenne

norme française

NF EN 287-2**Juin 1992**Indice de classement : **A 88-110-2**

Épreuve de qualification des soudeurs

Soudage par fusion

Partie 2 : Aluminium et ses alliages

E : Approval testing of welders-Fusion welding-Part 2 : Aluminium and aluminium alloys

D : Prüfung von Schweißern-Schmelzschweißen-Teil 2 : Aluminium und Aluminiumlegierungen

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 20 mai 1992 pour prendre effet le 20 juin 1992.

Remplace partiellement la norme enregistrée NF A 89-221 de mars 1973, et avec la norme homologuée NF EN 287-1 de juin 1992 remplace la norme enregistrée NF A 88-110 de mai 1979.

correspondance

La présente norme reproduit intégralement la norme européenne EN 287-2:1992.

analyse

La présente norme définit les essais à effectuer et les conditions à satisfaire par un soudeur en vue de contrôler leur aptitude à réaliser des assemblages soudés sur l'aluminium et ses alliages.

descripteurs

Thésaurus International Technique : soudage, soudage par fusion, soudage sous protection gazeuse, aluminium, alliage d'aluminium, soudeur, qualification, spécification, contrôle, essai, acceptabilité, certificat de qualification.

modifications

corrections

éditée et diffusée par l'association française de normalisation (afnor), tour europe cedex 7 92049 paris la défense-tél. : (1) 42 91 55 55
diffusée par le Comité de Normalisation de la Soudure (CNS), 32, bd de la chapelle, 75880 paris cedex 18-tél. : (1) 46 07 94 05
au 01.09.92 : Z.I. paris nord II, 90, rue des vanesses, 93240 villepinte - tél. : (1) 49 90 36 00 - bp 50362 - 95942 roissy CdG cedex

Membres de la commission de normalisation

Président : M TURAGLIO

Secrétaire : M JUGLAR - CNS

M	ALBERT	CEGEDUR PECHINEY
M	BAILLET	ALSTHOM BELFORT
M	BEUX	UCSIP/SF
M	CHEMIN	UNM
M	CHIVOT	AFNOR
M	CLEMENT	BNCF
M	COMBE	SMS
M	CRUCHAUDET	STEIN INDUSTRIE
M	FLORIN	GAPAVE
M	GODINOT	NORDON
M	GOURMELON	LCPC
M	GUIVARC'H	LE RESERVOIR
M	HOURRIEZ	SART/DGAP
M	LASCROUX	FIVES CAIL BABCOCK
M	ASNOU	SNCT
M	NOIZAT	EDF
M	ORSZTYNOWICZ	AVIONS MARCEL DASSAULT
M	SPOLIDOR	BUREAU VERITAS
MLLE	SOUVILLE	CNS
M	TURAGLIO	INSTITUT DE SOUDURE
M	VENAULT	BUREAU VERITAS

CDU 621.791-057.2:377.127.6:669.71

Descripteurs : soudage, soudage par fusion, soudage sous protection gazeuse, aluminium, alliage d'aluminium, soudeur, qualification, spécification, contrôle, essai, acceptabilité, certificat de qualification.

Version française

**Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion -
Partie 2 : Aluminium et ses alliages**

Prüfung von Schweißern -
Schmelzschweißen- Teil 2 : Aluminium und
Aluminiumlegierungen

Approval testing of welders - Fusion welding
- Part 2 : Aluminium and Aluminium alloys

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1992-02-21. Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais et français). Une version faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	4
0 Introduction	5
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	7
3.1 Généralités	7
3.2 Soudeur	7
3.3 Examineur ou organisme d'inspection	7
3.4 Descriptif du mode opératoire de soudage (DMOS)	7
3.5 Traitement thermique	7
3.6 Domaine de validité	7
3.7 Assemblage de qualification	8
3.8 Éprouvette	8
3.9 Épreuve	8
4 Symboles et abréviations	8
4.1 Généralités	8
4.2 Assemblage de qualification	8
4.3 Produits d'apport	8
4.4 Divers	8
5 Variables essentielles pour la qualification d'un soudeur	9
5.1 Généralités	9
5.2 Procédés de soudage	9
5.3 Types d'assemblages (bout à bout et d'angle)	9
5.4 Groupes des métaux de base	9
5.5 Métaux d'apport, gaz de protection	10
5.6 Dimensions	10
5.7 Positions de soudage	11
6 Domaine de validité de la qualification du soudeur	14
6.1 Généralités	14
6.2 Procédés de soudage	14
6.3 Types et modes d'assemblages	14
6.4 Groupes de matériaux	16
6.5 Métaux d'apport et gaz de protection	17
6.6 Dimensions des matériaux	17
6.7 Positions du soudage	17
7 Déroulement de l'épreuve, contrôle, examen et essai de l'assemblage de qualification	19
7.1 Surveillance pendant l'épreuve de qualification	19
7.2 Formes et dimensions des assemblages de qualification	19
7.3 Paramètres de soudage	20
7.4 Contrôle, examen et essai effectués sur l'assemblage de qualification	21
7.5 Conditions d'exécution du contrôle, d'examen et d'essai de l'assemblage de qualification	23

Sommaire (suite)

		Page
8	Critères d'acceptation de l'assemblage de qualification	27
9	Contre-essais	27
9.1	Généralités	27
9.2	Éprouvettes complémentaires	27
10	Durée de validité	28
10.1	Qualification initiale	28
10.2	Reconduction	28
11	Certificat de qualification de soudeur	28
12	Symbolisation de la qualification	29

Annexes

A (informative)	Certificat de Qualification de Soudeur	30
B (informative)	Descriptif de mode opératoire de soudage du constructeur ou du fabricant (DMOS)	31
C (informative)	Compétence technologique	32

Avant-propos

La présente norme a été préparée par le Groupe de Travail 2 «Exigences pour la qualification du personnel soudeur et des techniques connexes» du CEN/TC 121 - Soudage.

La norme ISO/DIS 9606-2 «Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 2 : Aluminium et Alliages d'aluminium» a été utilisée comme document de base en effectuant les changements rendus nécessaires par l'acquisition de connaissances nouvelles.

En accord avec les règles générales CEN/CENELEC, les pays ci-après sont tenus d'appliquer la présente norme européenne : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse.

0 Introduction

La présente norme a pour but de définir les principes à appliquer pour la qualification des soudeurs travaillant sur aluminium et ses alliages.

Le terme «aluminium» est un terme générique utilisé pour désigner aussi bien les différents aluminiums que les alliages soudables.

La qualité du travail de soudage dépend essentiellement, de l'habileté manuelle du soudeur. Cette habileté qui constitue un gage important de la qualité d'une fabrication soudée sera vérifiée ainsi que l'aptitude du soudeur à suivre des instructions verbales ou écrites.

Le contrôle de l'habileté manuelle selon la présente norme dépend de la technique de soudage utilisée mais les assemblages de qualification et les conditions de contrôle, d'examen et d'essai seront les mêmes quelle que soit la technique de soudage mise en œuvre.

La présente norme s'applique à des procédés pour lesquels l'habileté manuelle du soudeur a une influence déterminante sur la qualité de l'assemblage.

La présente norme a pour but de fournir les bases d'un système de reconnaissance mutuelle de la qualification des soudeurs délivrée par les examinateurs dans les divers domaines d'application. Les épreuves doivent se dérouler conformément à la présente norme, sauf si des conditions plus sévères sont éventuellement exigées par la norme d'application.

Un même assemblage de qualification peut être utilisé pour qualifier à la fois le mode opératoire de soudage et le soudeur sous réserve que toutes les exigences respectives soient satisfaites. Par exemple : la dimension des assemblages de qualification (voir EN 288-4).

L'habileté manuelle et la compétence technologique du soudeur continuent d'être reconnues si celui-ci pratique régulièrement le soudage dans le cadre de validité de sa qualification.

Toute nouvelle qualification de soudeur doit être conforme à la présente norme dès parution de celle-ci.

La présente norme ne rend toutefois pas caduque les qualifications délivrées au titre d'anciennes normes ou spécifications nationales dans la mesure où l'esprit de ses prescriptions techniques est respecté et où ces dernières correspondent aux applications et aux fabrications pour lesquelles elles sont employées.

Si des contrôles, essais ou examens complémentaires doivent être effectués pour rendre l'ancienne qualification nationale techniquement équivalente, ceux-ci doivent être effectués sur des assemblages de qualification conformes à la présente norme.

Les qualifications dispensées sur la base des normes ou spécifications nationales antérieures doivent être examinées et faire l'objet d'un accord sur leur utilisation entre les parties contractantes, ceci à l'occasion de l'appel d'offre ou lors de la conclusion d'un contrat.

1 Domaine d'application

La présente norme spécifie les prescriptions essentielles à respecter, les domaines de validité, les conditions de contrôle, d'examen et d'essai, les critères d'acceptation et de notification des résultats de l'épreuve de qualification de soudeurs sur aluminium. La présentation recommandée du certificat de qualification fait l'objet de l'annexe A.

Pendant l'épreuve de qualification, il peut être demandé au soudeur de faire preuve de son expérience pratique et de sa compétence technologique (non obligatoire) portant sur les méthodes de soudage, les matériaux et les règles de sécurité applicables à la qualification en cours. L'annexe C donne des informations sur la partie «Compétence technologique» de l'épreuve.

La présente norme est applicable dans le cas où la qualification du soudeur est requise par le client, par l'organisme d'inspection ou par une quelconque autre instance.

La présente norme s'applique à la qualification des soudeurs pour le soudage par fusion sous protection gazeuse de l'aluminium.

Les procédés de soudage concernés par cette norme sont les procédés de soudage par fusion, manuels ou semi-automatiques à l'exclusion des procédés de soudage totalement mécanisés ou totalement automatisés (voir 5.2).

La présente norme concerne la qualification des soudeurs travaillant sur des produits finis ou semi-finis, corroyés, forgés ou moulés des types indiqués en 5.4.

La délivrance du certificat de qualification relève de la seule responsabilité de l'examineur ou de l'organisme d'inspection.

2 Références normatives

La présente norme comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à la présente norme que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

EN 288-2	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Partie 2 : Descriptif d'un mode opératoire de soudage pour le soudage à l'arc.
EN 288-4	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Partie 4 : Épreuve de qualification d'un mode opératoire pour le soudage à l'arc sur aluminium et ses alliages.
EN....	Assemblages soudés bout à bout sur matériaux métalliques. Essais de traction transversale ¹⁾ .
EN....	Assemblages soudés bout à bout sur matériaux métalliques. Essais de pliage ¹⁾ .
EN 26520	Classification des défauts dans les soudures par fusion des métaux, avec commentaires explicatifs.
ISO 857 : 1990	Procédés de soudage et de brasage - Vocabulaire.
ISO 2437 : 1972	Pratique recommandée pour l'examen aux rayons X de joints soudés par fusion pour l'aluminium et ses alliages et le magnésium et ses alliages d'épaisseur 5 à 50 mm.
ISO 3452 : 1984	Essais non destructifs - Contrôle par ressuage - Principes généraux.

¹⁾ En cours de préparation.

ISO 4063 : 1990	Soudage, brasage fort, brasage tendre et soudo-brasage des métaux - Liste des procédés et des numérotations pour la représentation symbolique sur les dessins.
ISO 6947 : 1990	Soudures - Positions de travail - Définitions des angles d'inclinaison et de rotation.
ISO 10 042.2	Assemblages soudés à l'arc sur l'aluminium et ses alliages soudables - Guide des niveaux d'acceptation des défauts.

3 Définitions

3.1 Généralités

Dans le cadre de la présente norme, le vocable «Soudeur» couvre également «l'Opérateur-soudeur» mais exclut «l'Opérateur» qui utilise un procédé de soudage complètement mécanisé ou complètement automatisé.

3.2 Soudeur

Le soudeur est une personne qui exécute le soudage.

NOTE : Terme générique utilisé pour désigner aussi bien le soudeur manuel que l'opérateur-soudeur.

3.2.1 Soudeur manuel

Le soudeur manuel est un soudeur qui tient et guide manuellement, un pistolet ou une torche de soudage.

3.2.2 Opérateur-soudeur

L'opérateur soudeur est un soudeur qui conduit un matériel de soudage avec guidage partiellement mécanisé du mouvement relatif du pistolet ou de la torche de soudage par rapport à la pièce.

3.3 Examineur ou organisme d'inspection

L'examineur ou organisme d'inspection est une personne ou un organisme, accepté par les parties contractantes, chargé de vérifier la conformité à la présente norme.

3.4 Descriptif du mode opératoire de soudage (DMOS)

Document précisant toutes les variables requises dans le cadre d'une application définie et destinée à en assurer la répétitivité.

3.5 Traitement thermique

Le terme «traitement thermique» est un terme générique utilisé dans la présente norme pour remplacer le terme préchauffage, soudage à énergie contrôlée, traitement thermique après soudage et vieillissement.

3.6 Domaine de validité

Le domaine de validité est une extension de la qualification donnée au regard d'une variable essentielle.

3.7 Assemblage de qualification

L'assemblage de qualification est l'assemblage soudé lors de l'épreuve de qualification.

3.8 Éprouvette

L'éprouvette est un prélèvement effectué dans l'assemblage de qualification dans le but d'effectuer un essai destructif exigé.

3.9 Épreuve

L'épreuve est une série d'opérations qui comporte l'exécution d'un assemblage de qualification soudé suivie d'examen(s) non destructif(s) et/ou d'essai(s) destructif(s) dont les résultats sont consignés dans un rapport.

4 Symboles et abréviations

4.1 Généralités

Dans le cas où les définitions complètes ne sont pas utilisées, les symboles ci-après doivent être employés pour établir le certificat de qualification de soudeur (voir annexe A).

4.2 Assemblage de qualification

- a épaisseur nominale de la soudure.
- BW soudage bout à bout.
- D diamètre extérieur du tube.
- FW soudage d'angle.
- P tôle.
- t épaisseur de tôle ou de paroi du tube.
- T tube.
- z longueur du côté du cordon d'une soudure d'angle.

4.3 Produits d'apport

- nm sans produit d'apport.
- wm avec produit d'apport.

4.4 Divers

- ag vieillissement.
- bs soudage des deux côtés.
- gb soudage avec protection gazeuse envers.
- gg avec gougeage ou meulage envers de la soudure.
- mb soudage avec support envers solide.
- nb soudage sans support envers.
- ng sans gougeage ou meulage envers de la soudure.
- ss soudage d'un seul côté.

5 Variables essentielles pour la qualification d'un soudeur

5.1 Généralités

Les variables énumérées ci-après sont celles qui doivent être prises en considération et appliquées pour déterminer la compétence du soudeur. Chaque variable est considérée comme un facteur déterminant de l'épreuve de qualification.

L'épreuve de qualification d'un soudeur doit s'effectuer sur un assemblage de qualification, elle est indépendante du type de construction.

5.2 Procédés de soudage

Les procédés de soudage sont définis dans la norme ISO 857 ; leur symbolisation est issue de la norme ISO 4063.

La présente norme s'applique aux procédés de soudage suivants :

131 soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible, procédé MIG,

141 soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène, procédé TIG,

15 soudage à l'arc plasma,

ainsi qu'à d'autres procédés après accord.

5.3 Types d'assemblages (bout à bout et d'angle)

L'épreuve de qualification sur tôle (P)¹⁾ ou sur tube (T)²⁾ doit être effectuée soit sur un assemblage bout à bout (BW) soit sur un assemblage d'angle (FW) conformément à 7.2.

5.4 Groupes des métaux de base

5.4.1 Généralités

En vue d'éviter une multiplication inutile d'épreuves de qualification techniquement identiques, les aluminiums dont les propriétés mécaniques et les soudabilités sont similaires sont regroupés (voir 5.4.2). En général, une épreuve de qualification d'un soudeur suppose le dépôt d'un métal dont la composition chimique est compatible avec chacune des nuances regroupées au sein d'un même groupe.

La qualification obtenue pour l'un quelconque des matériaux d'un groupe accorde la qualification pour les matériaux du même groupe.

Le soudage de matériaux de base appartenant à deux groupes différents qui ne se qualifient pas mutuellement conformément aux tableaux 4 et 5 (voir 6.4) entraîne une épreuve soit sur un assemblage mixte, soit pour chacun des groupes considérés.

Quand la composition chimique du métal d'apport est différente de celle des matériaux de base, une épreuve de qualification pour cette combinaison est nécessaire sauf si elle est qualifiée conformément aux tableaux 4 et 5.

1) Le terme «tôle» seul ou associé est utilisé pour «tôle corroyée» ou «plat extrudé».

2) Le terme «tube» seul ou associé est utilisé pour «tuyau», «tube» ou «section creuse».

5.4.2 Métaux de base - Groupes des matériaux

5.4.2.1 Généralités

Les fontes alliées d'aluminium sont incluses dans les groupes ci-après, cependant le métal d'apport doit être comparable avec le métal d'apport utilisé pour le soudage du matériau corroyé appartenant au même groupe.

5.4.2.2 Groupe W 21 : Aluminium pur

Aluminium pur et alliages d'aluminium-manganèse avec taux d'impuretés ou d'alliages \leq à 1,5 % tels que :

Al 99,8 Al 99,5 Al 99 Al Mn 1

5.4.2.3 Groupe W 22 : Alliages non traités thermiquement

Alliages d'aluminium-magnésium tels que :

Al Mg 1 à 5

Al Mg 3 Mn Al Mg 4,5 Mn

Alliages aluminium-silicium

5.4.2.4 Groupe W 23 : Alliages traités thermiquement

Alliages traités thermiquement tels que :

Al Mg Si 0,5 à 1

Al Si Mg Mn

Al Si Mg (Fontes d'aluminium)

Al Si Cu (Fontes d'aluminium)

Al Zn 4,5 Mg 1

5.5 Métaux d'apport, gaz de protection

Lors de l'épreuve de qualification, le métal d'apport et le gaz de protection y compris les plasmas, doivent être compatibles avec le métal de base et le procédé utilisé, ceci conformément au descriptif de mode opératoire de soudage (voir EN 288-2).

5.6 Dimensions

Les assemblages de qualification sont déterminés par les épaisseurs et diamètres des tubes et épaisseurs des tôles que le soudeur aura réellement à rencontrer en fabrication.

Les essais à effectuer sont choisis dans une ou deux plages d'épaisseur ou de diamètre selon les tableaux 1 et 2.

Il n'est pas obligatoire que les épaisseurs ou diamètres des assemblages de fabrications soient mesurés avec une extrême précision, c'est plutôt la philosophie générale qui se profile derrière les valeurs des tableaux 1 et 2, qu'il convient de suivre.

Tableau 1 : Domaine de validité en fonction de l'épaisseur de l'assemblage de qualification (Tôles ou tubes)

Epaisseur t de l'assemblage de qualification en mm	Domaine de validité
$t \leq 6$	0,7 t à 2,5 t
$6 < t \leq 15$	6 mm < t ≤ 40 mm ⁽¹⁾
(1) Une épreuve spécifique est exigée pour les épaisseurs > 40 mm. Une telle épreuve spécifique doit être mentionnée sur le certificat de qualification.	

Tableau 2 : Domaine de validité en fonction du diamètre de l'assemblage de qualification

Diamètre D⁽¹⁾ de l'assemblage de qualification en mm	Domaine de validité
$D \leq 125$	0,5 D à 2 D
$D > 125$	≥ 0,5 D
(1) Pour les sections de corps creux, "D" est la dimension du plus petit côté	

5.7 Positions de soudage

Les positions de soudage retenues pour l'application de la présente norme sont conformes à l'ISO 6947, elles sont représentées dans les figures 1 et 2. Pour les soudures rectilignes, les angles d'inclinaison et de rotation des différentes positions de soudage sont conformes à l'ISO 6947.

Les positions et angles de soudage retenus pour l'épreuve de qualification sont basés sur les mêmes tolérances que celles utilisées en fabrication.

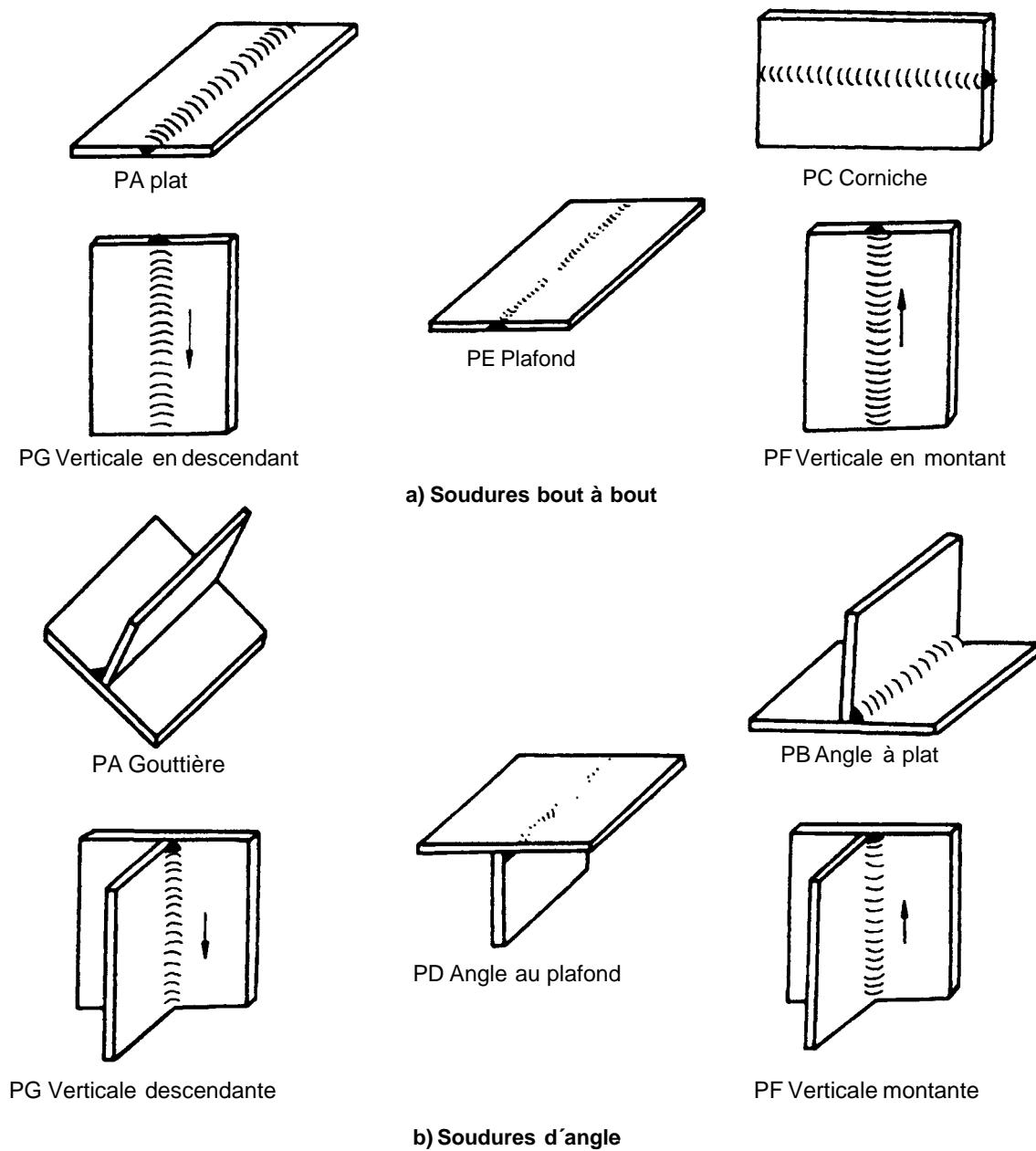
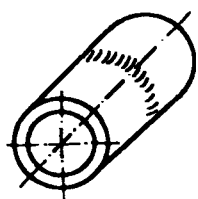
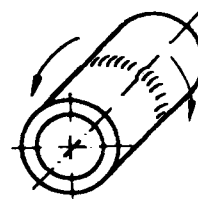


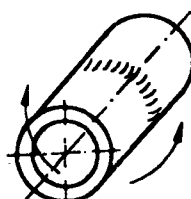
Figure 1 : Positions de soudage pour les assemblages de tôles



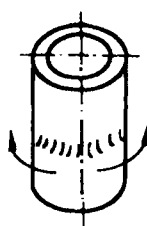
Tube : en rotation
PA Axe : horizontal
Soudage : à plat



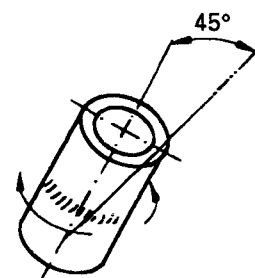
Tube : fixe
PG Axe : horizontal
Soudage : verticale descendante



Tube : fixe
PF Axe : horizontal
Soudage : verticale montante

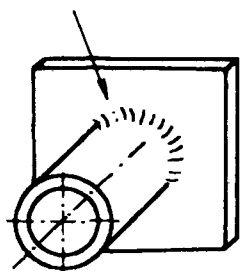


Tube : fixe
PC Axe : vertical
Soudage : corniche

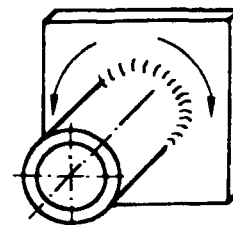


Tube : fixe
H-L045 Axe : incliné
Soudage : inclinée montante

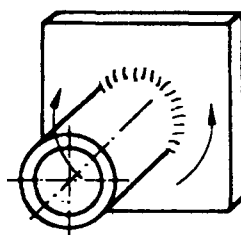
a) Soudures bout à bout



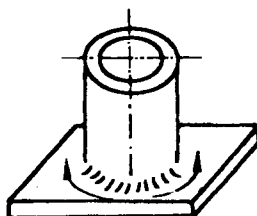
Tube : en rotation
PB Axe : horizontal
Soudage : à plat



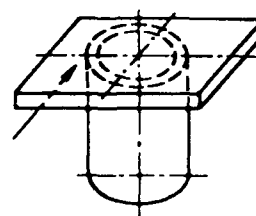
Tube : fixe
PG Axe : horizontal
Soudage : verticale descendante



Tube : fixe
PF Axe : horizontal
Soudage : verticale montante



Tube : fixe
PB Axe : vertical
Soudage : angle à plat



Tube : fixe
PD Axe : vertical
Soudage : angle au plafond

b) Soudures d'angle

Figure 2 : Positions de soudage pour les assemblages de tubes

6 Domaine de validité de la qualification du soudeur

6.1 Généralités

En règle générale, le soudeur est qualifié non seulement pour l'assemblage de qualification effectué suivant des conditions spécifiques mais aussi pour tous les autres assemblages considérés comme de réalisation plus aisée. Le domaine de validité de la qualification correspondant à chaque type d'essai est indiqué dans les paragraphes et tableaux ci-après. Dans ces tableaux, le domaine de validité de la qualification est indiqué sur une même ligne horizontale.

6.2 Procédés de soudage

Chaque épreuve ne couvre normalement qu'un seul procédé. Tout changement de procédé nécessite une nouvelle épreuve de qualification. Il est toutefois possible pour un soudeur d'être qualifié pour plusieurs procédés soit par l'exécution d'un seul assemblage de qualification soit par l'exécution de deux assemblages de qualification. À titre d'exemple si une épreuve de qualification impose l'exécution d'un assemblage bout à bout, soudé d'un seul côté, sans support envers, par soudage TIG (141) en première passe et soudage MIG (131) pour le remplissage le soudeur peut être qualifié au choix suivant l'une des deux méthodes ci-après :

- a) Réussite d'une épreuve unique en utilisant plusieurs procédés comme réalisation d'un assemblage TIG (141) en première passe, sans support envers, et soudage MIG (131) pour le remplissage, en respectant les limites des domaines de validité.
- b) Réussite d'épreuves de qualification, comme réalisation en premier lieu pour la première passe d'un assemblage par soudage TIG (141), sans support envers, puis deuxièmement par réalisation, pour le remplissage, d'un assemblage par soudage MIG (131) choisi parmi les possibilités ci-après :
 - d'un assemblage sans support envers,
 - d'un assemblage avec support envers,
 - d'un assemblage avec soudage des deux côtés.

6.3 Types et modes d'assemblages

Le domaine de validité de la qualification d'un soudeur est indiqué pour chaque type et mode d'assemblage de qualification au tableau 3 conformément aux critères ci-après :

- a) Une qualification obtenue sur assemblage bout à bout de tubes qualifie le soudage bout à bout de tôles.
- b) Une qualification obtenue sur assemblage bout à bout de tôles qualifie le soudage bout à bout de tubes de diamètre extérieur ≥ 500 mm dans les positions correspondantes, pour les tubes en rotation application du point c).
- c) Une qualification obtenue sur assemblage bout à bout de tôles soudées à plat (PA) ou en corniche (PC) qualifie le soudage bout à bout sur tubes de diamètre extérieur ≥ 150 mm soudés en position identique comme indiqué au tableau 6.
- d) Une qualification obtenue sur un assemblage soudé d'un seul côté sans support envers qualifie le soudage d'un seul côté avec support envers et le soudage des deux côtés avec ou sans gougeage.
- e) Une qualification obtenue sur un assemblage de tôles ou de tubes avec support envers qualifie le soudage des deux côtés mais pas le soudage sans support envers.
- f) Une qualification obtenue sur un assemblage bout à bout qualifie le soudage en angle dans les conditions de soudage identiques.

g) Lorsque la fabrication comporte l'exécution d'une majorité d'assemblages d'angle, il est recommandé de qualifier également le soudeur par un essai de soudage d'angle approprié, par exemple : sur tôle, sur tube ou piquage (voir EN288-4).

h) Une qualification obtenue sur un assemblage par soudage des deux côtés sans gougeage qualifiée pour le soudage d'un seul côté avec support envers et pour le soudage des deux côtés avec gougeage.

i) Une qualification obtenue sur un assemblage bout à bout de tubes sans support envers qualifie le soudage de piquage dans les mêmes conditions de validité de positions, d'épaisseurs et de diamètres des tableaux 3 à 6. Le domaine de validité de qualification d'un assemblage de piquage est basé sur le diamètre du piquage.

j) Lorsque le travail de fabrication comporte l'exécution d'une majorité de piquages ou de raccords complexes, il est souhaitable que le soudeur reçoive une formation adaptée. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire d'effectuer une épreuve de qualification sur piquage.

Tableau 3 : Domaine de validité en fonction du type et du mode d'assemblage bout à bout

Assemblage effectué lors de l'épreuve de qualification				Domaine de validité de la qualification du soudeur					
				Assemblage bout à bout de tôles				Assemblage bout à bout de tubes	
				Soudage d'un seul côté ss		Soudage des deux côtés bs		Soudage d'un seul côté ss	
				avec support envers mb	sans support envers nb	avec gougeage gg	sans gougeage ng	avec support envers mb	sans support envers nb
Assemblage bout à bout de tôles	Soudage d'un seul côté ss	avec support envers	mb	*	—	x	—	1)	—
		sans support envers	nb	x	*	x	x	1)	1)
	Soudage des deux côtés bs	avec gougeage	gg	x	—	*	—	1)	—
		sans gougeage	ng	x	—	x	*	1)	—
Assemblage bout à bout de tubes	Soudage d'un seul côté ss	avec support envers	mb	x	—	x	—	*	—
		sans support envers	nb	x	x	x	x	x	*

1) Voir 6.3 b) et 6.3 c)

Légende : * indique le type et le mode d'assemblage qualifié par l'épreuve de qualification.
x indique un type et le mode d'assemblage pour lequel le soudeur est également qualifié.
— indique un type et le mode d'assemblage pour lequel le soudeur n'est pas qualifié.

6.4 Groupes de matériaux

Le domaine de validité de qualification d'un soudeur en fonction du groupe de matériaux utilisé pour l'exécution de l'assemblage de qualification est indiqué aux tableaux 4 et 5 (voir 5.4). Un assemblage de qualification spécial doit être réalisé pour tout alliage d'aluminium n'entrant pas dans un des groupes spécifiés, dans ce cas l'essai est spécifique et n'a pas de domaine de validité.

Une qualification obtenue sur un métal de base corroyé confère la qualification pour un métal de base en fonte d'aluminium et pour un assemblage mixte de métaux corroyé et de fonte d'aluminium (voir 5.4).

Tableau 4 : Domaine de validité de la qualification en fonction du matériau de base

Groupe du matériau utilisé pour réaliser l'assemblage de qualification	Domaine de validité de la qualification du soudeur		
	W 21	W 22	W 23
W 21	*	x	—
W 22	x	*	—
W 23	x	x	*
Légende : * indique le groupe de matériau qualifié par l'épreuve de qualification. x indique un groupe de matériau pour lequel le soudeur est également qualifié. — indique un groupe de matériau pour lequel le soudeur n'est pas qualifié.			

Tableau 5 : Domaine de validité pour les assemblages mixtes

Groupe du matériau utilisé pour réaliser l'assemblage de qualification	Domaine de validité de la qualification du soudeur
W 21	Assemblage soudé W 21 avec W 22 ¹⁾
W 22	Assemblage soudé W 22 avec W 21 ¹⁾
W 23	Assemblage soudé W 22 avec W 21 ¹⁾ Assemblage soudé W 23 avec W 21 ¹⁾ Assemblage soudé W 23 avec W 22 ¹⁾
1) Le domaine de validité ne reste valable que si le soudage de l'assemblage mixte est réalisé avec un matériau d'apport relevant de l'un des 2 groupes de matériaux constitutifs de l'assemblage.	

6.5 Métaux d'apport et gaz de protection

Une qualification obtenue avec un métal d'apport spécifique et un gaz de protection (pur ou en combinaison) qualifie pour le soudage avec un autre métal d'apport compatible avec le groupe de matériau si l'on utilise le même procédé et un gaz (pur ou en combinaison) qui n'entraîne pas un changement dans la technique de soudage du soudeur.

6.6 Dimensions des matériaux

Le domaine de validité de la qualification en fonction de l'épaisseur des tôles ou des tubes et du diamètre des tubes est indiqué aux tableaux 1 et 2.

6.7 Positions de soudage

Le domaine de validité de la qualification pour chaque position de soudage est donné au tableau 6. Pour la définition des positions et symbolisation utilisées, se reporter aux figures 1 et 2 établies conformément à l'ISO 6947.

Tableau 6 : Position de soudage
Domaine de validité de la qualification

Position de soudage adoptée pour réaliser l'assemblage de qualification			Domaine de validité de la qualification																				
			Tôles										Tubes										
			Assemblages bout à bout					Assemblages d'angle					Assemblages bout à bout				Assemblages d'angle						
													Axe du tube et angle										
													Rotation	Fixe			1)	Fixe					
0°		90°	45°	0°		90°																	
			PA	PC	PG	PF	PE	PA	PB	PG	PF	PD	PA	PG	PF	PC	HL-045	PB	PG	PF	PD ²⁾		
Tôles	Assemblages bout à bout	PA	*	—	—	—	—	X	X	—	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	—		
		PC	X	*	—	—	—	X	X	—	—	—	X	—	—	X	—	X	—	—	—		
		PG	—	—	*	—	—	—	—	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		PF	X	—	—	*	—	X	X	—	X	—	X	—	—	—	—	X	—	X	—		
		PE	X	X	—	X	*	X	X	—	X	X	X	—	—	—	—	X	—	X	X		
	Assemblages d'angle	PA	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		PB	—	—	—	—	—	X	*	—	—	—	—	—	—	—	—	X	—	—	—		
		PG	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		PF	—	—	—	—	—	X	X	—	*	—	—	—	—	—	—	X	—	—	—		
		PD	—	—	—	—	—	X	X	—	X	*	—	—	—	—	—	X	—	—	X		
Tubes	Assemblages bout à bout Axe du tube et angle	Rotation	0°	PA	X	—	—	—	—	X	X	—	—	—	*	—	—	—	X	—	—	—	
				PG	—	—	X	—	—	—	X	—	—	—	*	—	—	—	—	X	—	—	
				PF	X	—	—	X	X	X	—	X	X	X	—	*	—	—	X	—	X	X	
		Fixe	90°	PC	X	X	—	—	—	X	X	—	—	—	X	—	—	*	—	X	—	—	—
				H-LO45	X	X	—	X	X	X	—	X	X	X	—	X	X	*	X	—	X	X	
			45°																				
	Assemblages d'angle Axe du tube et angle	1)	Fixe	0°	PB	—	—	—	—	—	X	X	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	
					PG	—	—	—	—	—	—	X	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	
					PF	—	—	—	—	—	X	X	—	X	X	—	—	—	—	X	—	*	X

1) Pour les positions PB sur tubes, l'assemblage d'essai peut être exécuté suivant une des deux variantes suivantes :

(1) tube en rotation à axe horizontal avec soudage à plat

(2) tube fixe à axe vertical avec soudage d'angle à plat

2) Il s'agit d'une position ne donnant pas lieu à un assemblage d'essai et dont la qualification est obtenue par des essais effectués dans d'autres positions.

Légende : * indique la position de soudage qualifiée par l'épreuve de qualification.

x indique une position de soudage pour laquelle le soudeur est également qualifié.

— indique une position de soudage pour laquelle le soudeur n'est pas qualifié.

7 Déroulement de l'épreuve, contrôle, examen et essai de l'assemblage de qualification

7.1 Surveillance pendant l'épreuve de qualification

Le soudage, le contrôle, l'examen et l'essai de l'assemblage de qualification sont exécutés en présence d'un examinateur ou d'un organisme d'inspection qui peut être un membre du personnel de l'entreprise concernée, un représentant du client ou d'un organisme tiers.

L'assemblage de qualification doit être poinçonné au numéro ou au repère de l'examineur et du soudeur avant le début du soudage.

L'examineur ou l'organisme d'inspection peut arrêter l'épreuve s'il s'avère que les conditions de soudage ne sont pas correctement mises en œuvre ou s'il apparaît que le soudeur n'a pas l'habileté requise pour aboutir à un résultat conforme aux exigences de la présente norme, par exemple s'il effectue des réparations trop importantes ou des réparations à caractère systématique.

7.2 Formes et dimensions des assemblages de qualification

Les formes et dimensions requises des assemblages de qualification (voir 5.6) sont indiquées aux figures 3 à 6.

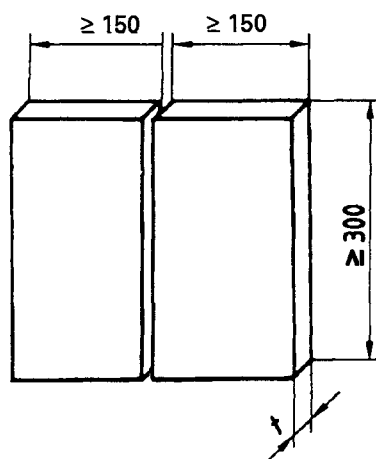


Figure 3 : Dimensions de l'assemblage de qualification pour un assemblage bout à bout de tôles (Dimensions en mm)

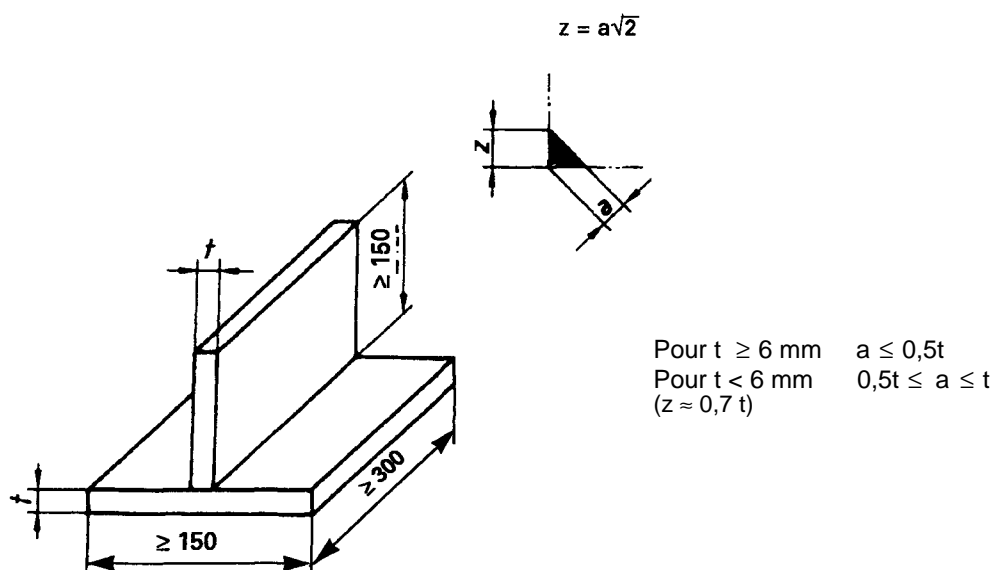


Figure 4 : Dimensions de l'assemblage de qualification pour assemblage d'angle de tôles (Dimensions en mm)

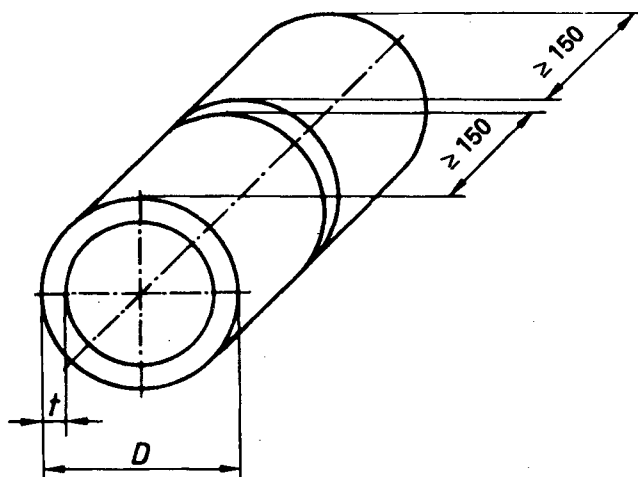


Figure 5 : Dimensions de l'assemblage de qualification
pour un assemblage bout à bout de tubes
(Dimensions en mm)

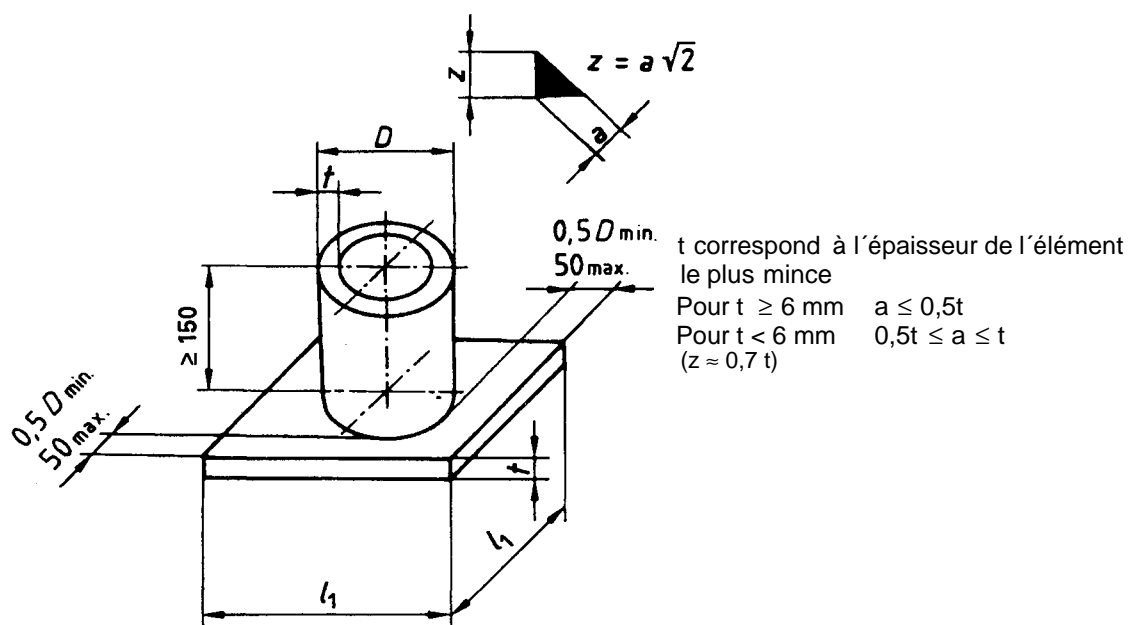


Figure 6 : Dimensions de l'assemblage de qualification
pour un assemblage d'angle de piquage
(Dimensions en mm)

7.3 Paramètres de soudage

L'assemblage de qualification d'un soudeur doit être exécuté suivant les conditions utilisées en production et suivre le descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS) (voir 3.4) préparé conformément à l'EN 288-2.

Une présentation du DMOS est donnée en annexe B.

Lors de l'établissement du DMOS les conditions énumérées ci-après doivent être prises en considération :

- a) l'assemblage de qualification doit être réalisé avec le ou les procédés de soudage utilisé(s) en fabrication ;
- b) les produits d'apport doivent être compatibles avec le procédé ou les procédés et position(s) de soudage retenus ;
- c) la préparation des bords de tôles et tubes doit être représentative de celle utilisée en fabrication ; y compris s'ils sont nécessaires le nettoyage et le dégraissage ;
- d) les dimensions des assemblages de qualification doivent être conformes aux tableaux et figures de la présente norme (voir tableaux 1 et 2 et figures 3 à 6) ;
- e) les équipements de soudage doivent être similaires à ceux utilisés en fabrication ;
- f) les assemblages de qualification doivent être soudés dans les positions et angles d'inclinaison pour les piquages normalement utilisés en fabrication (voir figures 1 et 2) ;
- g) la combinaison métal de base, produit d'apport, gaz de protection et autre produit auxiliaire éventuel doit correspondre aux conditions réelles utilisées en fabrication ;
- h) l'assemblage de qualification doit être vérifié conformément aux exigences du tableau 8 ;
- i) le soudage de l'assemblage de qualification doit être effectué dans un temps de travail normal correspondant aux conditions utilisées en fabrication ;
- j) tout assemblage de qualification doit comporter en première passe et en finition au moins un arrêt et une reprise dûment repérée dans la longueur à examiner de la soudure ;
- k) tout préchauffage ou énergie de soudage contrôlée, prévu dans le DMOS doit obligatoirement être mis en application lors de la réalisation de l'assemblage de qualification ;
- l) tout traitement thermique après soudage ou vieillissement prévu dans le DMOS peut être supprimé, sauf si l'essai de pliage ou de traction est exercé ;
- m) identification de l'assemblage de qualification ;
- n) sauf pour la passe de finition, le soudeur est autorisé à éliminer les imperfections mineures par meulage ou gougeage ou tout autre méthode utilisée en fabrication. Pour ce faire, l'autorisation de l'examineur ou de l'organisme d'inspection doit être obtenue préalablement.

7.4 Contrôle, examen et essai effectués sur l'assemblage de qualification

Chaque soudure, dans son état final, sans aucune retouche, doit être soumise à un contrôle visuel. Si cela est exigé (voir tableau 7), le contrôle visuel peut être complété par un ressuage suivant la norme ISO 3452 ou autres contrôles, en ce qui concerne le soudage bout à bout, un examen macrographique complémentaire peut être exécuté.

Après avoir satisfait au contrôle visuel, l'assemblage est soumis soit à un contrôle radiographique, soit à un essai de texture et éventuellement à un examen macrographique ceci conformément au tableau 7. Chaque coupe macrographique doit être préparée et attaquée d'un seul côté pour bien mettre en évidence la soudure.

Lorsque le contrôle radiographique est exercé, il doit être complété par un essai de pliage ou de traction pour tout assemblage bout à bout réalisé par procédé MIG (131).

Tout support envers persistant doit être éliminé lors de l'usinage des éprouvettes d'essais mécaniques. L'assemblage de qualification peut être découpé par un procédé thermique ou mécanique en chutant, pour un assemblage de tôles, les 25 premiers mm de chaque extrémité (figures 7 et 8).

Tableau 7 : Contrôle, examen et essai de l'assemblage de qualification

Contrôle, examen et essai de l'assemblage de qualification	Assemblage bout à bout de tôles	Assemblage bout à bout de tubes	Assemblage d'angle de tôles
Contrôle visuel	*	*	*
Contrôle radiographique	* 1)2)	* 1)2)	+
Essai de pliage ou de traction	* 3)	* 3)	+
Essai de texture	* 1)	* 1)	* 4)5)
Examen macrographique (sans polissage)	+	+	* 5)
Contrôle par ressuage	+	+	+
<p>1) Il est effectué, au choix, soit le contrôle radiographique, soit l'essai de texture</p> <p>2) Des normes spéciales sont à appliquer pour les épaisseurs d'assemblage de qualification < 5 mm (L'ISO 2437 peut dans ce cas être utilisé comme guide).</p> <p>3) L'essai de traction peut être exercé à la place de l'essai de pliage par exemple : pour les alliages devant être traités thermiquement et qui ne le seraient pas. L'essai de pliage ou de traction est exercé uniquement en addition du contrôle radiographique des assemblages exécutés par le procédé MIG (131).</p> <p>4) Lorsque l'examineur ou l'organisme d'inspection le demande, l'essai de texture doit être complété par un examen macrographique.</p> <p>5) L'essai de texture peut être remplacé par un examen macrographique comportant au moins 4 coupes.</p> <p>Légende : * indique que le contrôle, l'examen ou l'essai est obligatoire + indique que le contrôle, l'examen ou l'essai n'est pas obligatoire.</p>			

L'essai de pliage ou de traction est exercé uniquement pour la détection des défauts sans effectuer de relevé des caractéristiques.

NOTE : L'essai de pliage ou de traction, s'ils sont exercés, seront conduits suivant une procédure agréée par les parties en attendant la parution de normes ISO ou EN correspondantes.

Si des épreuves de qualification particulières sont envisagées suite à la mise en œuvre de procédés, de métaux de base ou d'assemblages mixtes spéciaux, elles devront être définies avant le début de l'épreuve de qualification. Les épreuves particulières n'ont pas de domaine de validité à l'exception de leurs propres tolérances.

7.5 Conditions d'exécution du contrôle, d'examen et d'essai de l'assemblage de qualification

7.5.1 Généralités

Les configurations et préparations à suivre pour les assemblages d'essai et les éprouvettes ainsi que les détails concernant les essais mécaniques sont données de 7.5.2 à 7.5.5.

7.5.2 Assemblage bout à bout de tôles

Le contrôle radiographique, lorsqu'il est exercé, est effectué sur la totalité de la longueur à examiner de l'assemblage de qualification à l'état brut de soudage, dans les conditions prévues à la classe B de la norme ISO 2437.

L'essai de texture, lorsqu'il est exercé, est effectué sur la totalité de la longueur à examiner de l'assemblage de qualification exception faite des 25 premiers mm de chaque extrémité ; pour ce faire, l'assemblage de qualification est découpé en plusieurs éprouvettes (figure 7a).

La largeur de chaque éprouvette doit être ≈ 40 mm. Pour faciliter la rupture, dans le métal déposé, la surépaisseur peut être arasée et les côtés des éprouvettes peuvent être entaillés, si nécessaire, jusqu'à une profondeur de 5 mm (figure 7b).

Dans le cas du soudage d'un seul côté (ss), sans support envers (nb, ng), la moitié de la longueur à examiner de l'assemblage de qualification doit être testée par rupture initiée côté endroit et l'autre moitié par rupture initiée côté envers (figures 7c et 7d).

Lorsque l'essai de pliage transversal est exercé, pour les tôles d'épaisseur ≥ 3 mm et ceci dans les conditions prévues dans l'EN 288-4, il comporte deux éprouvettes de pliage à l'endroit et deux éprouvettes de pliage à l'envers.

Pour les tôles d'épaisseur ≥ 12 mm, les quatre éprouvettes de pliage endroit et envers peuvent être remplacées par quatre éprouvettes de pliage côté.

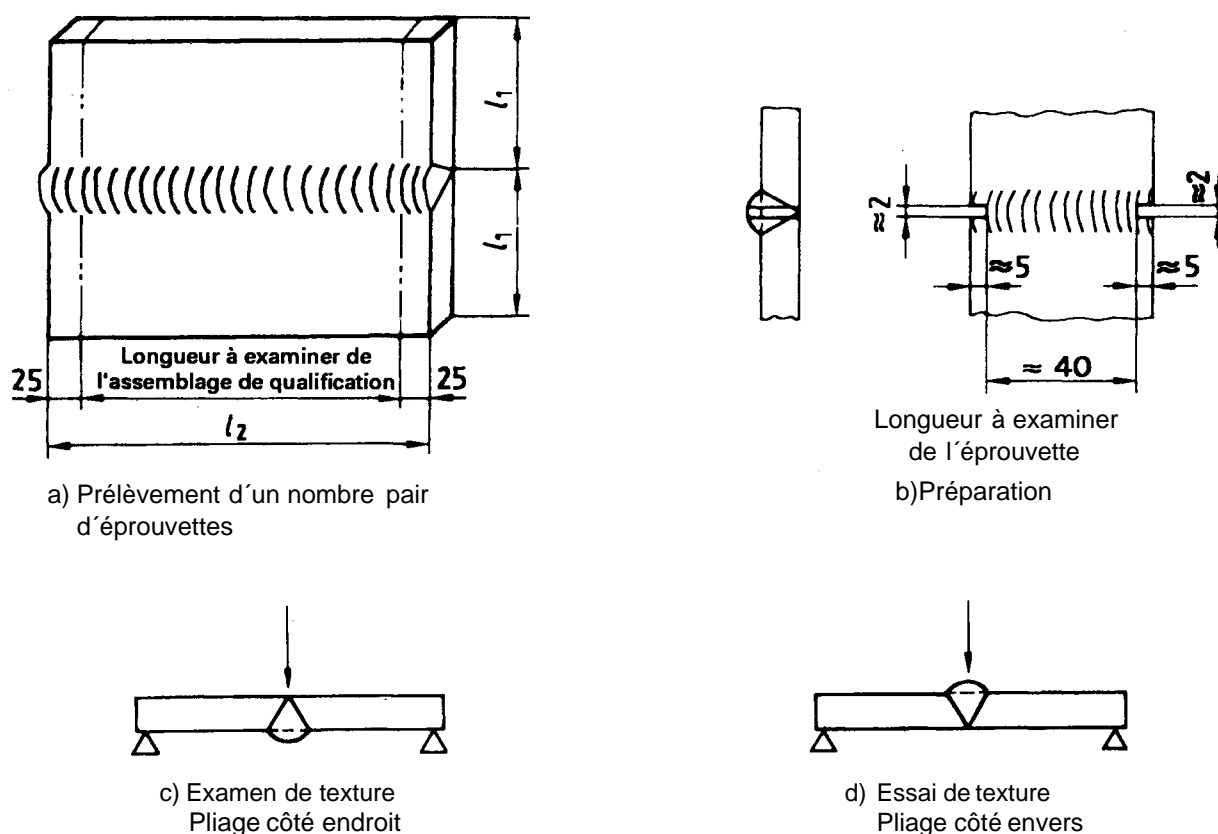


Figure 7 : Préparation et essai des éprouvettes de texture d'assemblage de qualification bout à bout de tôles (Dimensions en mm)

7.5.3 Assemblage d'angle de tôles

En vue de l'essai de texture, l'assemblage de qualification est découpé en plusieurs éprouvettes (voir figure 8a).

Pour obtenir leur rupture, les éprouvettes doivent être disposées conformément à la figure 8b. Elles sont examinées après rupture.

Lorsque l'examen macrographique est exercé, les 4 éprouvettes doivent être régulièrement réparties sur la longueur à examiner.

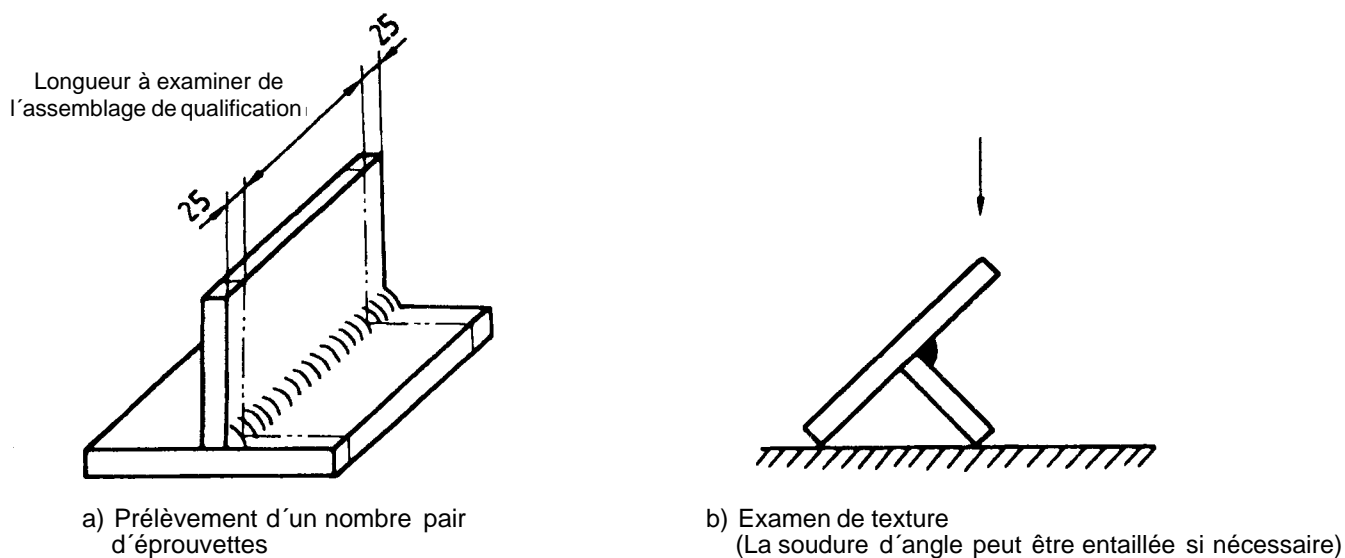


Figure 8 : Préparation et essai des éprouvettes de texture d'assemblage de qualification d'angle de tôles
(Dimensions en mm)

7.5.4 Assemblages bout à bout de tubes

Le contrôle radiographique, lorsqu'il est exercé, est effectué sur la totalité de la longueur à examiner de l'assemblage de qualification à l'état brut de soudage suivant une procédure agréée par les parties en attendant la parution de normes ISO ou EN correspondantes.

L'essai de texture, lorsqu'il est exercé, est effectué sur la totalité de la longueur à examiner de l'assemblage de qualification ; pour ce faire, l'assemblage de qualification est découpé en au moins 4 éprouvettes (figure 9a).

Si le diamètre utilisé est trop petit, il peut s'avérer nécessaire de réaliser un ou plusieurs assemblages de qualification complémentaire(s).

La largeur de chaque éprouvette doit être ≈ 40 mm. Pour faciliter la rupture, dans le métal déposé, la surépaisseur peut être arasée et les côtés des éprouvettes peuvent être entaillés, si nécessaire, jusqu'à une profondeur de 5 mm (figure 9b).

Dans le cas du soudage d'un seul côté (ss), sans support envers (nb, ng), la moitié de la longueur à examiner de l'assemblage de qualification (figure 9a) doit être testée par rupture initiée côté endroit et l'autre moitié par rupture initiée côté envers (figures 9c et 9d).

Lorsque l'essai de pliage transversal est exercé, pour les tubes d'épaisseur ≥ 3 mm et ceci dans les conditions prévues dans l'EN 288-4, il comporte 2 éprouvettes de pliage à l'endroit et 2 éprouvettes de pliage à l'envers.

Pour les assemblages de qualification soudés en position PF, PG ou H-L045 (voir figure 2), le prélèvement des éprouvettes de pliage doit être réparti sur les différentes positions fondamentales de soudage.

Pour les tubes d'épaisseur ≥ 12 mm, les 4 éprouvettes de pliage endroit et envers peuvent être remplacées par 4 éprouvettes de pliage côté.

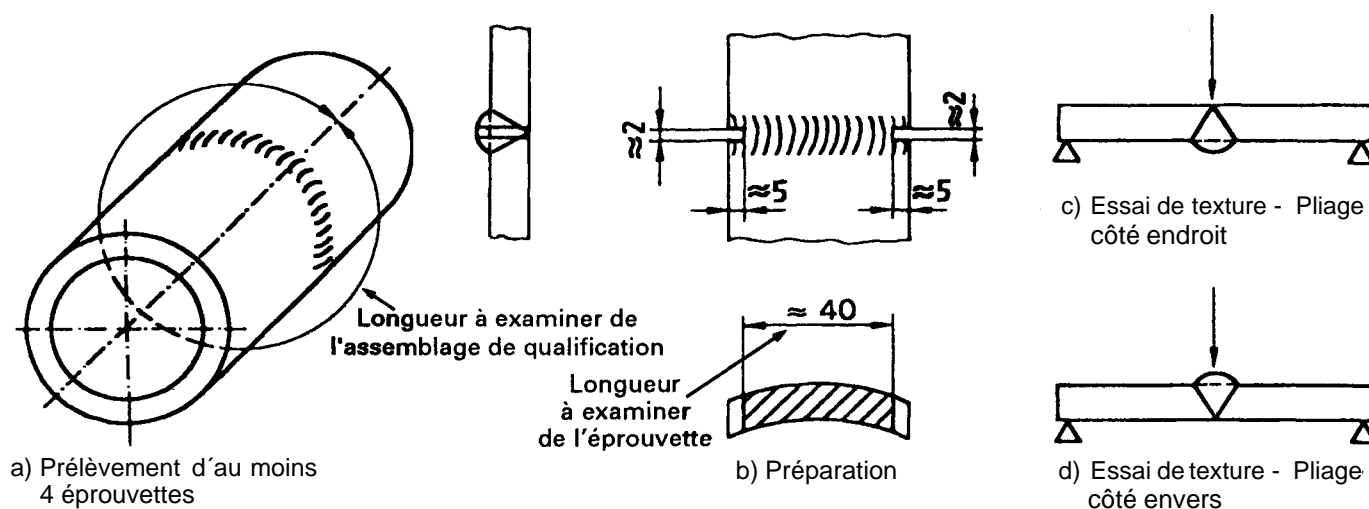


Figure 9 : Préparation et essai des éprouvettes de texture d'assemblage de qualification bout à bout de tubes (Dimensions en mm)

7.5.5 Assemblage d'angle de piquage

L'essai de texture doit comporter au moins 4 éprouvettes prélevées dans l'assemblage de qualification, comme montré sur la figure 10.

Lorsque l'examen macrographique est exercé, au moins 4 éprouvettes doivent être prélevées en respectant une répartition uniforme sur la circonférence du tube.



Figure 10 : Préparation et essai des éprouvettes de texture de l'assemblage de qualification d'angle de piquage

8 Critères d'acceptation de l'assemblage de qualification

Les résultats du contrôle, de l'examen et essai de l'assemblage de qualification doivent répondre aux critères d'acceptation pour chaque type de défaut considéré. La description complète de ces défauts fait l'objet de la norme EN 26520.

Les critères d'acceptation des défauts décelés lors du contrôle, de l'examen et essai prévus par la présente norme sont, sauf prescriptions contraires, ceux de la norme ISO DIS 10042.2.

Un soudeur se présentant à l'épreuve est qualifié si les défauts décelés dans l'assemblage de qualification sont dans les limites admises par la norme ISO DIS 10042.2, classe B, excepté pour les défauts concernant les surépaisseurs excessives, les convexités excessives, les gorges excessives et les excès de pénétration pour lesquels la classe C s'applique.

Le soudeur se présentant à l'épreuve n'est pas qualifié si les défauts constatés dans l'assemblage de qualification excède les valeurs maximales spécifiées.

Les contrôles non destructifs doivent être effectués en faisant référence à des documents précisant les critères d'acceptation.

Tous les contrôles non destructifs, examens et essais destructifs doivent être réalisés en suivant des procédures établies.

9 Contre-essais

9.1 Généralités

Le soudeur doit, pour tout assemblage réalisé ne répondant pas aux exigences de la présente norme, se présenter à une nouvelle épreuve pour obtenir la qualification.

S'il est établi que cette non-conformité est une conséquence du manque d'habileté manuelle du soudeur, celui-ci doit être considéré comme ne pouvant satisfaire aux exigences de la norme sans entraînement préalable et ceci avant toute nouvelle épreuve.

Si la non-conformité est due à des causes extérieures ou métallurgiques non directement imputables à l'habileté du soudeur, une vérification, concernant la compatibilité de nouveaux matériaux et/ou de nouvelles conditions de mise en œuvre, doit être effectuée hors épreuve.

9.2 Éprouvettes complémentaires

- a) Si une éprouvette de pliage ou de traction révèle une non-conformité, deux éprouvettes complémentaires sont prélevées dans le même assemblage de qualification s'il le permet ou dans un autre assemblage de qualification identique soumis aux mêmes vérifications que le précédent. Les résultats d'essai de ces deux éprouvettes complémentaires doivent être satisfaisants.
- b) Si une éprouvette de texture révèle une non conformité, deux éprouvettes complémentaires sont prélevées et essayées selon les conditions édictées en 9.2.a).
- c) Si l'une de ces éprouvettes complémentaires prélevées suivant 9.2 a) ou 9.2 b) ne satisfait pas aux conditions fixées dans la présente norme, il convient d'en déterminer les causes.
- d) Pour un tube soudé en position, les éprouvettes complémentaires sont prélevées dans la même position fondamentale que celle de l'assemblage de qualification n'ayant pas initialement donné satisfaction.
- e) Si une coupe macrographique révèle une non-conformité, deux coupes complémentaires sont prélevées et examinées en suivant les conditions édictées de 9.2 a) à 9.2 d).

10 Durée de validité

10.1 Qualification initiale

La qualification est valable à compter de la date de complète conformité au contrôle, à l'examen ou à l'essai. Cette date peut être différente de la date de délivrance du certificat de qualification.

La qualification est valable deux ans sous réserve que le certificat soit signé tous les 6 mois par l'employeur ou le superviseur qui atteste que toutes les conditions ci-dessous sont bien remplies :

- a) Le soudeur effectue régulièrement des travaux de soudage dans le cadre de sa qualification. Aucune interruption de plus de 6 mois n'est admise.
- b) Le travail du soudeur comporte en général l'utilisation des conditions de soudage mises en application lors de l'épreuve de qualification.
- c) Il n'existe aucune raison particulière de remettre en cause l'habileté manuelle et la compétence technologique du soudeur.

Si l'une quelconque de ces conditions n'est pas remplie, la qualification est annulée.

10.2 Reconduction

La qualification et ses domaines de validité sont reconduits successivement par période de 2 ans sous réserve que les conditions énoncées ci-après et en 10.1 soient complètement respectées :

- Les soudures effectuées par le soudeur doivent être en conformité avec les critères exigés.
- Au certificat de qualification du soudeur est joint un dossier constitué de rapports de contrôles comme par exemple : rapports de contrôles aux rayons X, rapports de contrôles ultrasonores, ou de remarques de superviseur(s) attitré(s).

L'examineur ou l'organisme d'inspection après avoir vérifié le respect des conditions ci-dessus délivre la prolongation de validité, la mentionne et la signe sur le certificat de qualification.

11 Certificat de qualification de soudeur

Le certificat de qualification de soudeur atteste que le soudeur a passé avec succès l'épreuve de qualification. Ce certificat comporte tous les paramètres de soudage appliqués lors de l'épreuve. Si le soudeur échoue au contrôle, à l'examen ou à l'essai de l'épreuve, aucun certificat de qualification n'est délivré.

Le certificat de qualification de soudeur est délivré sous la seule responsabilité de l'examineur ou de l'organisme d'inspection et doit comporter toutes les informations contenues dans l'annexe A.

Le modèle de certificat de qualification de soudeur, objet de l'annexe A, est recommandé. Tout autre forme de certificat doit comporter les renseignements contenus dans cette annexe.

Le descriptif du mode opératoire de soudage du constructeur ou fabricant (DMOS), tel qu'indiqué en annexe B, contient tous les renseignements nécessaires sur les matériaux, la position, les procédés de soudage, le domaine de validité de la qualification, etc. conformément aux indications de la présente norme.

Le certificat de qualification de soudeur doit être établi dans l'une au moins des langues officielles du CEN (allemand, anglais, français).

L'épreuve pratique doit être déclarée «acceptée». L'examen des compétences technologiques doit être déclaré «accepté» ou «non vérifié» (voir annexe C).

Tout changement des variables de qualification, en dehors des domaines de validité, entraîne une nouvelle épreuve et un nouveau certificat de qualification.

12 Symbolisation de la qualification

La désignation d'une qualification de soudeur doit comprendre tous les éléments énoncés ci-dessous, dans l'ordre indiqué (le système est conçu de manière à pouvoir être exploité par un système informatisé) :

NOTE : Le type de gaz de protection n'est pas inclus dans cette désignation mais il doit figurer dans le certificat de qualification (voir annexe A).

- référence à la présente norme ;
- variables essentielles :
 - procédés de soudage : voir 5.2 et ISO 4063,
 - demi-produit : tôle (P), tube (T), voir 5.3,
 - type d'assemblage : bout à bout (BW), d'angle (FW), voir 5.3,
 - groupe de matériaux : voir 5.4,
 - métaux d'apport : voir 5.5,
 - dimensions de l'assemblage de qualification : épaisseur (t) et diamètre (D), voir 5.6,
 - position de soudage : voir 5.7, figures 1 et 2 et ISO 6947,
 - mode d'assemblage : voir 6.3, tableau 3 et pour les abréviations voir 4.4.

La désignation informatisée à utiliser doit être établie suivant la structure ci-après :

"xx xxxxx", "xxx", "x", "xx", "xxx", "xx", "xxx", "xxxx", "xxxxxx", "xx", "xx"

Exemple :

EN "287-2", "141", "P", "BW", "W21", "nm", "t02", "D030", "H-L045", "ss", "nb"

Suivi par d'autres éléments relevant du mode de soudage dans l'ordre donné à l'article 4, séparés par une virgule.

Exemple de désignation n° 1

Qualification de soudeur EN 287-2 141 P BW W21 nm t02 PC ss nb

Explication

Procédé de soudage : Soudage TIG	141
Tôle :	P
Soudage bout à bout :	BW
Groupe de matériaux : aluminium pur	W21
Produit d'apport : sans produit d'apport	nm
Dimensions de l'assemblage de qualification : épaisseur 2 mm	t02
Position du soudage : soudage bout à bout sur tôle, horizontal (corniche)	PC
Mode d'assemblage : soudage d'un seul côté	ss
sans support envers	nb

Exemple de désignation n° 2

Qualification de soudeur EN 287-2 131 T BW W23 wm t10 D150 PA bs gg

Explication

Procédé de soudage : soudage MIG	131
Tube :	T
Soudage bout à bout :	BW
Groupe de matériaux : Alliage traité thermiquement	W23
Produit d'apport : Al Mg 5	wm
Dimensions de l'assemblage de qualification : épaisseur 10 mm	t10
diamètre du tube 150 mm	D150
Position de soudage : soudage bout à bout sur tube, en rotation, axe horizontal - soudage à plat	PA
Mode d'assemblage : soudage des deux côtés	bs
avec gougeage envers	gg

NOTE : Pour l'explication des abréviations utilisées dans les exemples de désignation, se reporter à l'article 4.

Annexe A

(Informative)

CERTIFICAT DE QUALIFICATION DE SOUDEUR
SYMBOLISATION :

N° Référence du descriptif de soudage
établi par le constructeur (le cas échéant) :

N° Référence Examineur
Organisme d'inspection :

Nom du soudeur :.....
 Identification :.....
 Méthode d'identification :.....
 Date et lieu de naissance :
 Employeur :
 Code/norme de qualification :
 Compétence technologique: acceptée/non vérifiée (rayer la mention inutile)

Photographie
(si exigée)

	Détails de l'épreuve pratique	Domaine de validité de la qualification
Procédé (s) de soudage		
Tôle ou tube		
Type d'assemblage		
Groupe(s) matériau(x) de base		
Type de métaux d'apport désignation.		
Gaz de protection		
Matériel de soudage		
Assemblage de qualification :		
- Epaisseur (mm)		
- Diamètre extérieur du tube(mm)		
Position de soudage		
Gougeage/Support envers		

Les renseignements complémentaires sont indiqués sur la feuille jointe et/ou dans le descriptif du mode opératoire de soudage n°

Type de contrôle, d'examen ou d'essai	Effectué et Accepté	non requis
Visuel		
Radiographique		
Magnétoscopique/ressuage :		
Macrographique		
Texture		
Pliage		
Contrôle, examen ou essai complémentaires*		

* Annexer les fiches de résultats (si exigées)

Nom, date d'établissement et signature de
l'examineur ou de l'organisme d'inspection :

Date de départ de validité :

Lieu :

Durée de validité de la qualification :

Prolongation de la qualification par l'examineur
ou l'organisme d'inspection tous les 2 ans (voir 10.2)

Prolongation de la qualification par l'employeur ou le superviseur tous les 6 mois (voir 10.2)

[illegible][illegible]

Annexe C

(informative)

Compétence technologique

C.1 Généralités

Une vérification de la compétence technologique est recommandée mais elle n'est pas obligatoire. Cependant certains pays peuvent exiger que le soudeur subisse un examen de compétence technologique. Si la vérification de la compétence technologique est effectuée mention doit en être portée sur le certificat de qualification de soudeur.

La présente annexe rassemble les connaissances qu'un soudeur devrait avoir pour respecter les procédures et les pratiques courantes en matière de soudage.

Elle fixe le niveau minimal de connaissance.

Étant donné la diversité des programmes de formation nationaux, il est proposé de ne normaliser que des objectifs généraux ou des catégories de connaissances. Les questions réellement posées sont rédigées par le pays concerné mais doivent porter sur toutes les matières touchant à la compétence du soudeur, évoquées au point C.2.

La vérification des connaissances du soudeur peut se faire par n'importe laquelle des méthodes ou combinaisons des méthodes ci-dessous :

- a) épreuves écrites - Questionnaires à choix multiples.
- b) épreuves verbales suivies d'épreuves écrites.
- c) épreuves sur ordinateur.
- d) démonstration suivie d'un exposé écrit des critères.

Le contrôle de la compétence technologique du soudeur se limite aux questions liées au procédé de soudage utilisé lors de l'épreuve de qualification.

C.2 Niveau exigé

C.2.1 Équipements pour le soudage à l'arc sous protection gazeuse (131, 141, 15) ¹⁾

- a) Identification et montage des éléments essentiels.
- b) Type du courant de soudage.
- c) Mise à la terre correcte.

C.2.2 Procédés de soudage

- a) Types et dimensions des électrodes - Électrode de tungstène, fils d'apport.
- b) Identification des gaz de protection et connaissance des débits.
- c) Type, dimensions et entretien des buses et tube contact.
- d) Sélection et limites des modes de transfert.
- e) Protection de l'arc de soudage contre les courants d'air.

1) Les références des procédés sont issues de l'ISO 4063.

C.2.3 Métaux de base

- a) Identification du matériau.
- b) Méthode et contrôle du préchauffage.
- c) Contrôle de la température entre passes.

C.2.4 Produits d'apport

- a) Identification.
- b) Conservation, manipulation, précautions d'utilisation.
- c) Choix des dimensions adaptées,
- d) Propreté des électrodes et fils.
- e) Contrôle du bobinage.
- f) Contrôle et surveillance des débits et de la qualité du gaz.

C.2.5 Sécurité et prévention des accidents

- a) Procédures et sécurité de montage, de réglage et d'arrêt.
- b) Contrôle des émissions de fumées et de gaz.
- c) Protection du personnel.
- d) Risques d'incendie.
- e) Soudage en atmosphère confinée.
- f) Prise en compte de l'environnement de soudage.
- g) Les dangers de chocs électriques dus à l'environnement.
- h) Radiation de l'arc.
- i) Effets des rayonnements de l'arc.
- j) Sécurité dans le stockage, les manipulations et utilisations des gaz comprimés.
- k) Détection des fuites sur les tuyaux et raccords de gaz.

C.2.6 Ordre des opérations de soudage/mode opératoire

Appréciation des conditions requises et influence des paramètres de soudage.

C.2.7 Préparation des bords à souder et représentation des soudures

- a) Conformité de la préparation des bords au DMOS.
- b) Propreté et séchage des faces à assembler.

C.2.8 Défauts de soudage

- a) Identification des défauts.
- b) Causes.
- c) Prévention et remèdes.

C.2.9 Qualification du soudeur

Le soudeur doit connaître le domaine de validité de sa qualification.